



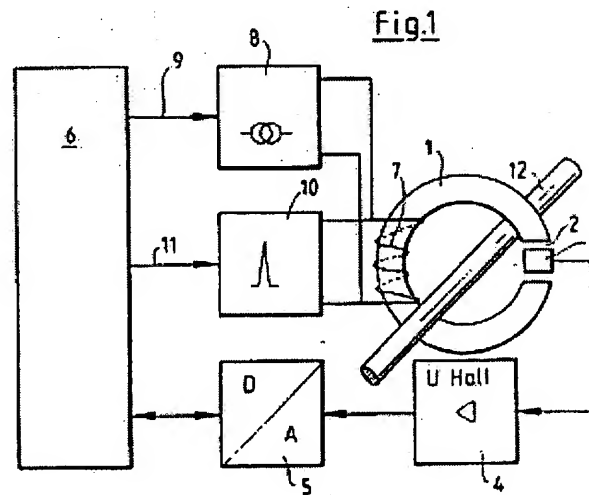
# EINRICHTUNG ZUM BERUEHRUNGSLOSEN MESSEN EINES GLEICHSTROMS

**Patent number:** DE3905060  
**Publication date:** 1990-08-23  
**Inventor:** FLEISCHMANN WALTER DIPL ING (DE); KRAUS ANDREAS DIPL ING (DE); LUDWIG JUERGEN DIPL ING (DE)  
**Applicant:** DIEHL GMBH & CO (DE)  
**Classification:**  
 - international: G01R19/00; G01R19/30  
 - european: G01R15/20B  
**Application number:** DE19893905060 19890218  
**Priority number(s):** DE19893905060 19890218

Also published as:	
	GB2228337 (A)
	FR2643460 (A1)

## Abstract of DE3905060

Direct-current measuring apparatus includes a Hall sensor 3 in a gap 2 of magnetic circuit 1. To measure a small current in a conductor 12, the magnetic circuit 1 carries a calibrating winding 7 energised by a calibration current source 8. A control and evaluating circuit 4,5,6 detects the Hall voltage based on a calibrating current. The magnetic circuit 1 is pre-magnetised to a point of minimum remanence by an impulse generator 10.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 39 05 060 C 2

⑤① Int. Cl. 5:  
G 01 R 19/00  
G 01 R 19/30  
G 01 R 15/02

②① Aktenzeichen: P 39 05 060.2-35  
②② Anmeldetag: 18. 2. 89  
④③ Offenlegungstag: 23. 8. 90  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 8. 91

DE 39 05 060 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Diehl GmbH & Co, 8500 Nürnberg, DE

⑦② Erfinder:  
Fleischmann, Walter, Dipl.-Ing., 8501 Allersberg, DE;  
Kraus, Andreas, Dipl.-Ing., 8574 Neuhaus, DE;  
Ludwig, Jürgen, Dipl.-Ing., 8500 Nürnberg, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 26 01 252 A1  
US 45 20 311  
BROCKHAUS Enzyklopädie, Bd. 11, 1970, S. 794;  
Siemens AG (Hrsg.): Schaltungen mit Halbleiter-  
bauelementen, Bd. 2, 4. Aufl., 1970, S. 186-189;

⑤④ Einrichtung zum berührungslosen Messen eines Gleichstroms

DE 39 05 060 C 2

Die Erfindung geht aus von einer Einrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Einrichtung zum berührungslosen Messen eines Gleichstromes in einer vorbestimmten Meßzeit mittels eines Halleffektsensors ist in der Literaturstelle Siemens, Schaltungen mit Halbleiterbauelementen, Band 2, 4. Auflage, 1970, Seiten 186 bis 189 beschrieben. Dort ist eine besondere Schaltung zur Erzeugung des für den Halleffektsensor notwendigen Steuerstroms beschrieben. Mittels eines Spannungsteilers wird die ohmsche Nullkomponente der Hallspannung kompensiert.

Ebenso wird in der DE 26 01 252 A1 ein Verfahren zur Messung von Gleichströmen mit galvanischer Trennung beschrieben. Dieses geschieht über von einem Ring, der einen Luftspalt aufweist, in welchem ein Hallgenerator untergebracht ist, getragenen Windungen, wobei an eine Windung von einer Steuer- und Auswerteschaltung ein der Messung dienender Strom gelegt ist. Hier wird in der Meßzeit, in der der zu messende Gleichstrom fließt, ein analoger Kompensationsstrom so lange variiert, bis in einem Hallgenerator eine Nullspannung entsteht.

Weiterhin ist in der US 45 20 311 eine Einrichtung beschrieben, mit der ein zu messender Strom in eine entsprechende Impulsfolge mit einem bestimmten Impuls-Pausen-Verhältnis umgesetzt wird. Dementsprechend wird in einem Sensor ein Vergleichsfeld mit dreieckförmigem Verlauf erzeugt. Mit einem nachgeordneten Schmitt-Trigger werden dann Offsetspannungsschwankungen unterdrückt.

Mit Einrichtungen der eingangs genannten Art sollen beispielsweise Batterie-Restladeströme in Starterkreisen gemessen werden, die für hohe Nennströme, beispielsweise einige hundert bis einige tausend Ampere, ausgelegt sind, wie dies beispielsweise bei Flugzeugbordnetzen oder Fahrzeugbordnetzen der Fall ist. Die zu messenden Batterie-Restladeströme sind wesentlich kleiner als die Nennströme. Die Restladeströme sind beispielsweise kleiner als 5 A. Die die zu messenden Gleichströme führenden Leiter sind auf die genannten hohen Ströme ausgelegt und dementsprechend stark. Sie lassen sich zu Meßzwecken kaum in Windungen verlegen.

Es hat sich gezeigt, daß bei bekannten Einrichtungen der eingangs genannten Art schon bei zu messenden Strömen unter 50 A im Ringmagneten kein für eine genaue Messung hinreichend starkes Magnetfeld entsteht, wenn der den Meßstrom führende Leiter nicht in Windungen um den Magneten gelegt wird. Den Leiter in Windungen zu legen, ist jedoch aus dem oben genannten Grund nicht ohne weiteres möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung der eingangs genannten Art vorzuschlagen, die eine Messung eines in dem Leiter fließenden Gleichstroms gestattet, welcher im Vergleich zu dem Nennstrom klein ist, auf den der Leiter ausgelegt ist, ohne daß der Leiter in Windungen um den Ringmagneten gelegt werden muß.

Erfindungsgemäß ist obige Aufgabe bei einer Einrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Ringmagnet eine Kalibrierwicklung trägt, an die außerhalb von Meßzeiten von einer Steuer- und Auswerteschaltung ein vorbestimmter Kalibrierstrom gelegt ist, daß die Steuer- und Auswerteschaltung die auf dem Kalibrierstrom beruhende Hallspannung des Hal-

leffektsensors und die Offset-Hallspannung erfaßt, daß die Steuer- und Auswerteschaltung vor jeder Meßzeit über einen Impulserzeuger den Ringmagnet auf einen Punkt maximaler Remanenzinduktion vormagnetisiert und daß die Steuer- und Auswerteschaltung in der Meßzeit die auf dem zu messenden Gleichstrom beruhende Hallspannung erfaßt.

Die Steuer- und Auswerteschaltung erfaßt also die auf dem bekannten Kalibrierstrom beruhende Hallspannung, die Offset-Hallspannung, die dann auftritt, wenn der Meßstrom Null ist und die auf dem zu messenden Gleichstrom beruhende Hallspannung. Aus diesen Größen errechnet die Steuer- und Auswerteschaltung den durch den Leiter fließenden Gleichstrom. Das erreichte Meßergebnis ist auch bei vergleichsweise kleinen Strömen und auch dann, wenn der Leiter windungsfrei durch den Ringmagneten gelegt ist, hinreichend genau. Denn bei der Einrichtung werden Einflüsse der Temperaturdrift und Exemplarsteuerung einerseits der Offsetspannung und andererseits des unten näher erläuterten Proportionalitätsfaktors erfaßt. Außerdem wird durch die Vormagnetisierung erreicht, daß sich nicht eine ungewisse Remanenzinduktion auf das Meßergebnis auswirkt. Auch Alterungserscheinungen werden ausgeglichen.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, daß der Kalibrierstrom vor jeder Messung an die Kalibrierwicklung gelegt wird. Es genügt die Kalibrierung in gewissen zeitlichen Abständen vorzunehmen. Der Impuls, der den Ringmagneten in definierter Weise vormagnetisiert, wird vor jeder Messung angelegt. Wenn der Impulserzeuger den Ringmagneten vormagnetisiert, ist der Kalibrierstrom abgeschaltet.

In Ausgestaltung der Erfindung ist der Impulserzeuger an die Kalibrierwicklung angeschlossen. Dadurch erübrigt sich eine eigene Windung des Ringmagneten für die Vormagnetisierung. Es ist jedoch auch möglich, für die Vormagnetisierung den Ringmagneten mit einer zusätzlichen Windung zu versehen.

Die Erfindung wird anhand der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild der Einrichtung und

Fig. 2 die magnetische Hysteresekurve des Ringmagneten.

Ein Ringmagnet (1) weist einen Luftspalt (2) auf, in dem ein Halleffektsensor (3) angeordnet ist. Der Halleffektsensor (3) ist ein integriertes Bauteil. Die Erzeugung seines Steuerstroms ist nicht näher dargestellt. Die Ausgangs-Hallspannung des Halleffektsensors (3) ist über einen Verstärker (4) und einen Analog/Digital-Wandler (5) an eine Steuer- und Auswerteschaltung (6) angeschlossen, die von einem Mikroprozessor gebildet ist.

Der Ringmagnet (1) trägt eine Kalibrierwicklung (7) mit  $n$  Windungen. An die Kalibrierwicklung (7) ist eine Konstantstromquelle (8) angeschlossen, die von dem Mikroprozessor (6) über eine Leitung (9) ein- und ausschaltbar ist. Parallel zur Konstantstromquelle (8) liegt an der Kalibrierwicklung (7) ein Impulserzeuger (10), der über eine Leitung (11) von dem Mikroprozessor (6) an- und abschaltbar ist. Der Mikroprozessor (6) schaltet die beiden Stromquellen (8, 10) nicht gleichzeitig ein.

Durch den Ringmagneten (1) erstreckt sich ein Leiter (12) windungsfrei, der den zu messenden Strom ( $I_M$ ) führt.

Die am Ausgang des Halleffektsensors (3) infolge eines Meßstromes ( $I_M$ ) auftretende Hallspannung ( $U_H$ ) folgt der Beziehung:

$$U_H = U_0 + k I_M \quad (1)$$

wobei  $U_0$  die Offset-Hallspannung ist, die auftritt, wenn der Meßstrom ( $I_M$ ) Null ist, und  $k$  ein Proportionalitätsfaktor ist.

Vor einer Messung des Gleichstromes ( $I_M$ ) wird von der Konstantstromquelle (8) ein — bekannter — Kalibrierstrom ( $I_K$ ) an die Kalibrierwicklung (7) gelegt. Es ergibt sich dadurch am Ausgang des Halleffektsensors (3) eine Kalibrierspannung ( $U_K$ ). Diese wird im Mikroprozessor (6) zunächst gespeichert. Der Proportionalitätsfaktor ( $k$ ) ergibt sich zu:

$$k = U_K / I_K n. \quad (2)$$

Daraus ergibt sich mit obiger Beziehung (1):

$$I_M = (U_H - U_0) I_K n / U_K. \quad (3)$$

Anschließend wird dann auch die Offset-Hallspannung  $U_0$  im Mikroprozessor (6) gespeichert.

Durch den Kalibrierstrom ( $I_K$ ) wird der magnetische Kreis des Ringmagneten (1) undefiniert magnetisiert, so daß die Remanenzinduktion einen beliebigen Wert zwischen  $+B_r(\max)$  und  $-B_r(\max)$  (vgl. Fig. 2) einnimmt.

Nach dem Abschalten der Konstantstromquelle (8) wird der Impulserzeuger (10) eingeschaltet. Dieser gibt nun einen Stromimpuls auf die Kalibrierwicklung (7). Der Stromimpuls kann entweder positiv oder negativ sein. Durch den Stromimpuls wird der magnetische Kreis auf den einen Punkt maximaler Remanenzinduktion  $B_r(\max)$  vormagnetisiert, so daß die Arbeitsgerade die Grenzkurve der Hysterese durch diesen Punkt maximaler Remanenzinduktion ist (vgl. Fig. 2).

Anschließend wird dann der Meßstrom ( $I_M$ ) eingeschaltet bzw. der Leiter (12) durch den Ringmagnet (1) geführt und die dann entstehende Hallspannung ( $U_H$ ) im Mikroprozessor (6) gespeichert. Im Mikroprozessor (6) sind auch der Wert des Kalibrierstroms ( $I_K$ ) und die Anzahl  $n$  der Windungen der Kalibrierwicklung (7) gespeichert. Der Mikroprozessor (6) ermittelt dann aus den Werten  $U_H$ ,  $U_0$ ,  $I_K$ ,  $n$  und  $U_K$  den fließenden Strom  $I_M$  entsprechend obiger Beziehung (3).

Bei der beschriebenen Einrichtung ist eine Kalibrierung des Zusammenhangs zwischen der Meßgröße ( $I_M$ ) und der Ausgangsgröße ( $U_H$ ) dadurch erreicht, daß der Meßwert in Beziehung zu einem auf einem bekannten Meßstrom ( $I_K$ ) beruhenden Magnetfeld gesetzt ist. Die Temperaturdrift und die Exemplarsteuerung des Proportionalitätsfaktors ist ausgeglichen. Durch die Erfassung der Offsetspannung ist auch deren Temperaturdrift und Exemplarsteuerung berücksichtigt. Die Remanenz des magnetischen Kreises ist durch die definierte Vormagnetisierung justiert. Damit wirken sich auch Alterungserscheinungen kaum auf das Meßergebnis aus.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zum berührungslosen Messen eines Gleichstroms in einer vorbestimmten Meßzeit mittels eines Halleffektsensors, der in einem Luftspalt eines Ringes aus ferromagnetischem Material angeordnet ist, bei der ein den zu messenden Gleichstrom führender Leiter durch den Ring hindurchführbar ist, der eine Wicklung trägt, an die von einer Steuer- und Auswerteschaltung ein der Messung dienender Strom gelegt ist, dadurch gekennzeichnet,

daß außerhalb der Meßzeiten an die Wicklung als Kalibrierwicklung (7) ein vorbestimmter, konstanter Kalibrierstrom ( $I_K$ ) gelegt ist und die Steuer- und Auswerteschaltung (6, 8, 10) die auf dem Kalibrierstrom ( $I_K$ ) beruhende Hallspannung ( $U_K$ ) des Halleffektsensors (3) und dessen Offset-Hallspannung ( $U_0$ ) erfaßt, die dann auftritt, wenn der zu messende Gleichstrom ( $I_M$ ) Null ist,

daß vor jeder Meßzeit die Steuer- und Auswerteschaltung (6, 8, 10) über einen an eine Wicklung des Ringes (1) angeschlossenen Impulserzeuger (10) den Ring (1) auf einen Punkt maximaler Remanenzinduktion vormagnetisiert und daß in der Meßzeit die Steuer- und Auswerteschaltung (6, 8, 10) die auf dem zu messenden Gleichstrom ( $I_M$ ) beruhende Hallspannung ( $U_H$ ) erfaßt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulserzeuger (10) an die Kalibrierwicklung (7) angeschlossen ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Impulserzeuger (10) den Ring (1) wenigstens nach jedem Einschalten des Kalibrierstromes ( $I_K$ ) vormagnetisiert.

4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteschaltung (6, 8, 10) einen Mikroprozessor (6) aufweist, der außerhalb der Meßzeit wechselweise eine den Kalibrierstrom ( $I_K$ ) erzeugende Konstantstromquelle (8) und den Impulserzeuger (10) an die Kalibrierwicklung (7) schaltet.

5. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuer- und Auswerteschaltung (6, 8, 10) den zu messenden Gleichstrom ( $I_M$ ) nach der Beziehung:

$$I_M = (U_H - U_0) I_K n / U_K$$

errechnet, wobei  $n$  die Windungszahl der Kalibrierwicklung (7) ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen.

Fig.1

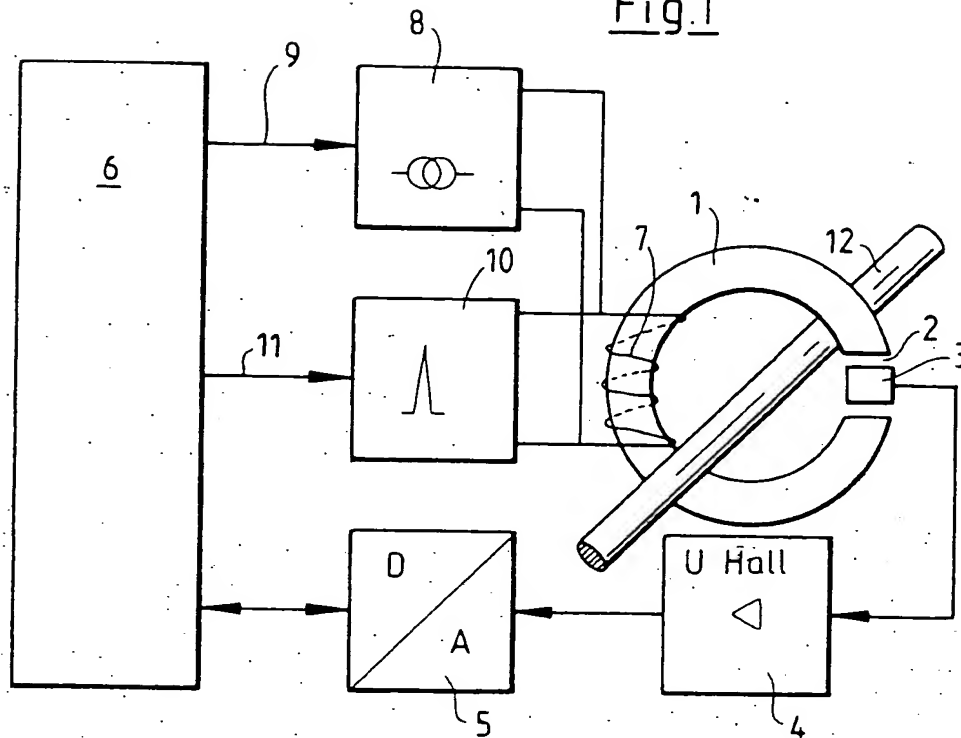


Fig.2

